

A EROSÃO EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS NA BACIA DO RIO DO ATALHO EM CRUZ MACHADO – PR¹

The erosion in unpaved roads in river basin of Atalho in Cruz Machado – PR

Vanderlei Marinheski*

***Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG / Ponta Grossa, Paraná**
marinheskigeo@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo discorrer sobre os processos erosivos em estradas não pavimentadas, na Bacia hidrográfica do Rio do Atalho em Cruz Machado, no Paraná. A bacia tem relevo dissecado, com presença constante de blocos e matações de rochas ígneas, com uso do solo feito pelo sistema de agricultura familiar de baixo nível tecnológico. Na metodologia foi utilizada pesquisa bibliográfica e trabalho de campo com a averiguação dos pontos impactados. Os resultados apontam que na maioria das estradas está ocorrendo perda acelerada de solo, acúmulo de materiais ao longo das vertentes (mata, pastagem e açudes), assoreamento do rio principal e incisões no relevo que prejudicam ou até mesmo inviabilizam o tráfego. Desta forma, evidencia-se que a atual forma de construção e manutenção das estradas na bacia do rio do Atalho, apresenta impactos para o meio ambiente e que merecem atenção, visto que se trata de uma área com singularidades ambientais e agropecuárias análogas na região.

Palavras-chave: Uso do solo. Processos erosivos em estradas. Bacia hidrográfica.

ABSTRACT

This article aims to discuss on the erosion process in unpaved roads, in river basin of Atalho on Cruz Machado, in Paraná. The relief basin is dissected, with the constant presence of blocks and boulders of igneous rocks with land use made by family farming system with low technological level. The methodology used was the bibliographical research and fieldwork to investigate the affected points. The results show that most of the roads are experiencing accelerated loss of soil, accumulation of material along the slope (forest, grassland and ponds), silting of the main river and incisions in relief that harm or even make impossible the traffic. Thus, it is evident that the form current of construction and maintenance of roads in the Atalho river basin, has impacts on the environment and deserve attention, since it is an area with similar environmental and agricultural singularities in the region.

Keywords: Soil use. Processes erosion on roads. Hydrographic basin.

1 INTRODUÇÃO

A humanidade, ao longo de sua história manteve natureza como fonte de sobrevivência. A relação entre homem e o meio deixou no decorrer dos tempos, significativas mudanças no meio por interferências nos principais recursos disponibilizados pela natureza, tais como: solo, água e florestas. (TRICART, 1977). Essas relações foram perdendo o sentido de integridade à medida que foram sendo gerados os impactos ambientais (DREW, 1989).

Segundo o CONAMA (1986, p. 636):

(...) considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas;

a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos naturais.

A maioria das atividades que o homem desempenha na superfície do planeta provoca alterações nos aspectos da paisagem (DREW, 1989). Entre essas atividades, são destacadas como impactantes: a agricultura, a mineração, escavações e construções de estradas (INBAR et al., 1998).

As estradas são faixas do relevo transformado pela ação antrópica que permitem a circulação de pessoas, animais e veículos. Para o seu pleno uso, estas devem estar em condições apropriadas para determinados fluxos de movimentação nas mais variadas condições climáticas (GRIEBELER et al., 2005). Thomaz, (2005, p. 180) salienta que a presença de estradas no relevo pode interferir no aumento da vazão dos rios:

As estradas, carreadores e caminhos cortam grande número de rios e fontes em diferentes unidades de terra. A drenagem lateral nas vias de circulação principal (processo de retirada de água do leito das estradas) faz com que as águas cheguem rapidamente à rede de drenagem aumentando o débito fluvial (aumento rápido de vazão).

O autor ainda considera que as estradas funcionam como canais efêmeros após eventos chuvosos, através do escoamento dos fluxos de água provenientes das regiões a montante.

As estradas não pavimentadas representam o trecho inicial de toda movimentação econômica de uma região por estarem conectadas diretamente com áreas produtivas. Os processos erosivos nos leitos e barrancos são as principais causas da degradação dessas vias (GRIEBELER et al., 2005), e, portanto, a identificação dos efeitos e magnitude da erosão causados em estradas é de fundamental importância para propor técnicas de contenção.

Nogami e Villibor (1995) salientam que a erodibilidade do solo é um dos fatores que determinam o tempo que a estrada poderá suportar pressões exercidas por fluxos de movimentação sem haver o desprendimento excessivo de sedimentos. Já Denardin (1990) ressalta a dificuldade de estabelecer estudos de erodibilidade no Brasil devido à diversidade de solos e extensão territorial do país.

Mesmo com dificuldades, vem aumentando os estudos com relação aos processos erosivos em estradas rurais. Tais estudos são muito importantes para o diagnóstico da quantidade de sedimentos produzidos dentro da bacia hidrográfica, bem como, na condução dos sedimentos oriundos de outras fontes. Em meio às floretas, 90% dos sedimentos provêm das estradas (GRACE et al., 1998), e Bigarella e Mazuchowski (1985) destacam que do total de sedimentos transportados no Noroeste do Paraná, 20% tem origem nos sistemas viários.

Os sedimentos das estradas têm origem nas vias de movimentação e nos barrancos (THOMAZ; ANTONELI; DIAS, 2011). Em paredes de alcovas, a remoção de sedimentos fica em torno de 30% do total de materiais remobilizados. Nos barrancos das estradas há a influência direta da altura dos mesmos, da cobertura vegetal e da concentração dos fluxos de água (OLIVEIRA et al., 1999).

Grande parte das estradas rurais no Brasil não tem nenhum planejamento com relação às características naturais do relevo e a vulnerabilidade a erosão. Essa ausência de planejamento e “a falta de manutenção são as principais causas da grande incidência de erosão por ravinas e boçorocas encontradas nas estradas rurais” (SALOMÃO et al., 1999, p. 263).

Para Griebeler et al. (2005) os processos erosivos em canais e nas margens das estradas são decorrentes da má drenagem. Já Luce e Black (1993), relacionam os processos erosivos em estradas ao comprimento das rampas e o aumento da declividade, que aceleram o escoamento das águas.

Em pequenas propriedades rurais, a maioria das estradas ocupam trechos do relevo com declividades acentuadas, nos quais a erosão é progressiva. As plataformas não são pavimentadas, sendo feito somente a terraplanagem em meio às várias características do relevo. Como resultado, há

incisões associadas às redes viárias e grande quantidade de sedimentos depositados a jusante ou carregados pelas enxurradas até os cursos fluviais. Esses sedimentos podem ter origem nas próprias estradas ou em locais de agricultura.

O principal problema dos processos erosivos em estradas rurais está nos sistemas de drenagens. A grande concentração de fluxos de água na faixa de rolamento da estrada aliada à declividade acentuada, que eleva potencial de remoção e transporte de materiais. Além disso, a concentração de umidade reduz a capacidade de resistência do solo, tornando-o mais vulnerável aos processos erosivos.

Em propostas para alocação de estradas, Castro Filho destaca:

Em estradas estreitas, devem-se utilizar técnicas para aumentar a infiltração e controlar o escoamento, tais como: proteção dos barrancos e margens com capineiras erva cidreira ou reflorestamento; construção de barreiras nas valetas; construção de bueiros ou valetas que conduzam a água para o interior do mato ou capoeiras; revestimento vegetal com gramas ou capins nas partes menos íngremes (CASTRO FILHO et al., 1999, p. 257).

Bigarella e Mazuchowski (1985) propõem algumas medidas para a diminuição dos processos erosivos em sistemas viários, tais como: a proteção vegetal principalmente nos taludes, nas saídas de empréstimo e na própria plataforma; canais de dispersão dos fluxos de água (valetas ou canaletas), também revestidas com grama; a construção de bueiros em áreas que concentram muita água; o desnível transversal da pista de rodagem para dispersar a água; os sulcos de dispersão das enxurradas devem ser construídos com base nas curvas de nível da área, para conseguir dissipar maior quantidade de água possível.

2 MATERIAL E MÉTODOS

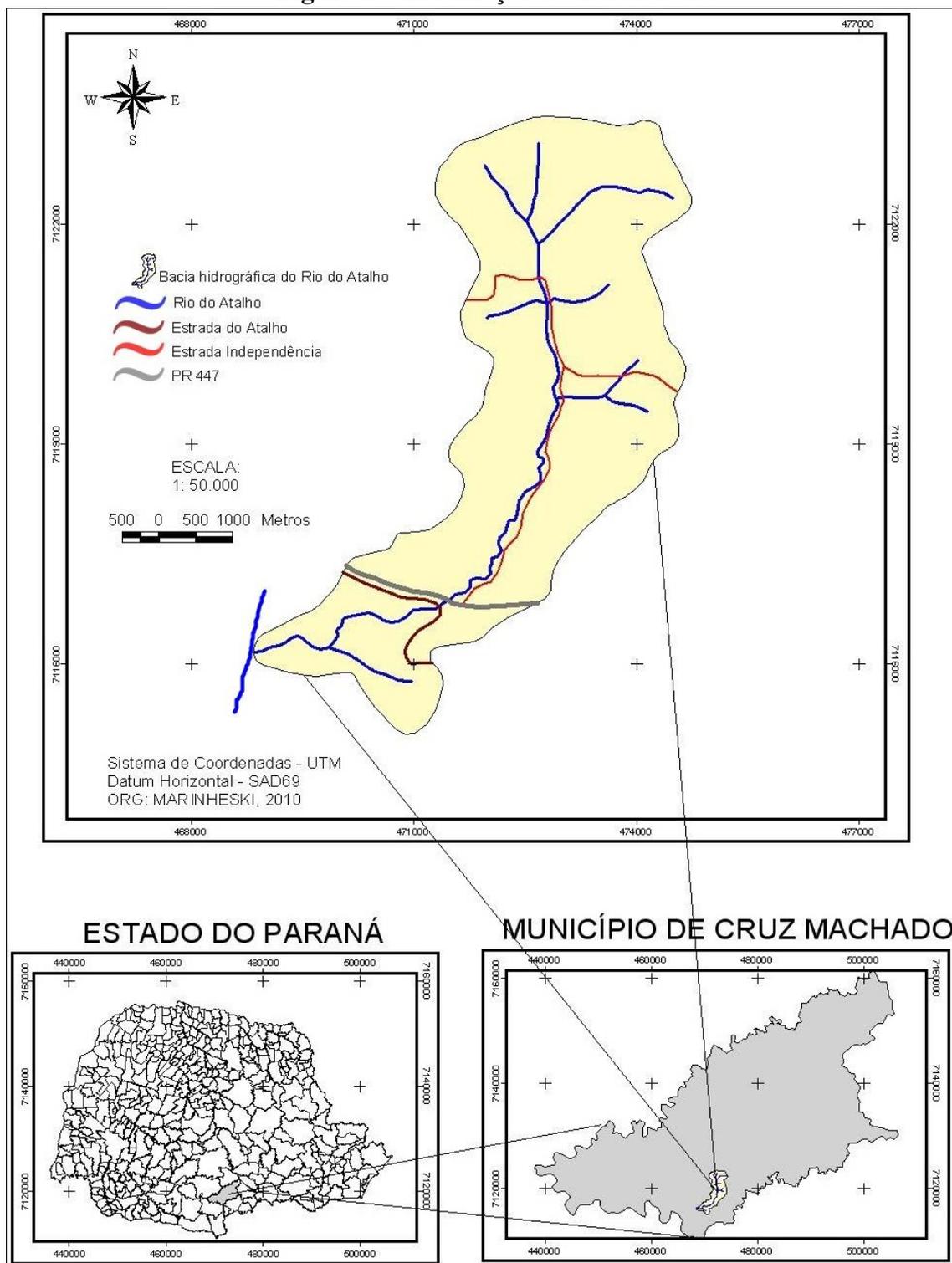
2.1 Características da área de estudo

A presente pesquisa foi realizada na Bacia hidrográfica do Rio do Atalho, afluente de terceira ordem fluvial da margem esquerda do Rio das Antas, localizado no município de Cruz Machado, Paraná. A área estudada tem 20,74 km², inserida totalmente na zona rural (FIGURA 1).

A Bacia do Rio do Atalho faz divisa ao Norte com a Bacia do Rio Palmeirinha, ao Oeste com a Bacia do Rio das Antas, e a Leste com a Bacia do Rio Palmital. O percurso das águas do rio segue do sentido Norte para o Sudoeste com, aproximadamente, 8 quilômetros da nascente até a foz. Os pontos mais altos encontram-se próximos a nascente com 1.040 metros de altitude. A escala utilizada para a classificação da bacia foi de 1:50.000.

A vegetação que recobre o relevo da Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho é caracterizada pela Floresta Ombrófila Mista, com destaque para remanescentes de florestas frias com: o pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*), a imbuia (*Ocotea porosa*) e a erva-mate (*Ilex paraguarienses*) (MAACK, 2002).

Segundo a classificação climática de Köppen, a região de estudo insere-se no regime climático Cfb, subtropical úmido, com médias de temperaturas anuais em torno dos 10°C nos meses mais frios, e 22°C nos meses mais quentes, com índices pluviométricos em torno dos 1800 a 2000 mm anuais (MAACK, 2002). Estas características resultam de verões quentes e invernos brandos, com a ocorrência de geadas nos meses de junho e julho, principalmente nos fundos do vale e regiões mais baixas das vertentes. Nos três Planaltos Paranaenses, os fundos de vale funcionam como “linhas de deslize de ar frio [...]” (MAACK, 2002, p. 121).

Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: (MARINHESKI, 2011).

Conforme EMBRAPA (2006), a região é constituída por solos do tipo Cambissolo e Neossolo Litólico, solos rasos e de baixa fertilidade, além de grande quantidade de materiais rochosos. Ainda de acordo com ITCG está área da bacia é classificada como de média degradação e uso misto, tendo a aptidão de uso do solo como regular, devido aos riscos de erosão e baixa fertilidade (ITCG, 2008).

O relevo é dissecado (ondulado a forte ondulado)², o solo possui afloramento de rochas ígneas, além de várias nascentes que não permitem uma mecanização intensiva. Por este motivo, desde a chegada dos imigrantes até a atualidade, são utilizados animais (cavalos e muares) como força de trabalho para revolver a terra e mover as safras.

2.2 Metodologia

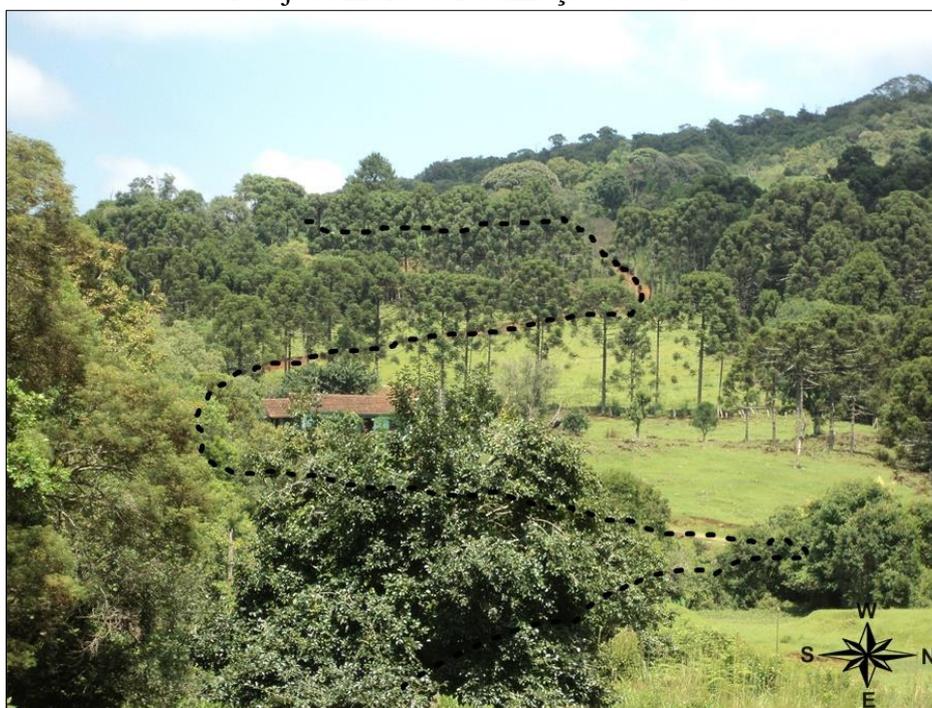
A metodologia utilizada teve como base a revisão bibliográfica e os trabalhos de campo na Bacia do Rio do Atalho. A escolha dessa área, foi de acordo com a proposta de Botelho et al. (1999), com a seleção de uma bacia que possua características físicas e socioeconômicas representativas da região, servindo como parâmetro para o desenvolvimento de projetos de planejamento, podendo indicar práticas agropecuárias que diminuam a degradação do solo.

Para caracterizar a área foi realizado um levantamento prévio, com as características naturais do solo, clima, cobertura vegetal, redes hidrográficas, principais usos do solo (com apoio de uma máquina fotográfica), e impactos ambientais. Os softwares utilizados para elaboração do material cartográfico foram o Arc View versão 3.2 e o ENVI 3.6.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia do rio do Atalho destaca-se a localização das diferentes formas de uso e ocupação do solo, que é dominante no município como um todo. As casas e os abrigos para os animais, produtos e equipamentos agrícolas, são construídas na baixa vertente e nos fundos de vale. Já as áreas para a agricultura ocupam a média e alta vertente, e nos interflúvios predomina a mata, que forma a área de reserva legal da vegetação nativa (FIGURA 2).

Figura 2 – Estrada construída junto à vertente na Bacia do Rio do Atalho, PR. Nota: Linha tracejada indica a localização da estrada



Fonte: (MARINHESKI, 2011).

As propriedades têm em média de 25 hectares, tamanho que se relaciona aos aspectos de ocupação da região. A estrada principal da bacia está localizada no fundo do vale próximo ao rio, e

dos dois lados da estrada foram estabelecidos os lotes³, que vão do fundo do vale até o interflúvio. Esses lotes representam de faixas estreitas no relevo por causa das medidas: em torno de 1000 metros de comprimento (fundo do vale até o interflúvio), e largura em torno de 240 metros, o que resulta em dificuldades para logística das estradas.

As estradas são construídas longitudinalmente às vertentes⁴, sendo que, as mesmas possuem índices elevados de declividade (>20%), tornando-se vulneráveis a degradação pelos processos erosivos. Isso pode ser verificado na figura 3 a, onde se vê um trecho de estrada com a presença de pequenos sulcos no leito e blocos de basalto nos taludes e sobre os barrancos.

Figura 3 – Processos erosivos em estradas da bacia do rio do Atalho, PR; a) Estrada junto ao relevo montanhoso e aflorado de rochas; b) Estrada mensurada com a queda do talude e cerca dos animais; c) Estrada em área de pastagem com sulcos de erosão; d) Formação de marmitta na base do talude do barranco



Fonte: (MARINHESKI, 2011).

Em geral as estradas da bacia têm os escapes de água próximo aos taludes dos barrancos, com pequenos desníveis orientados para fora das linhas de circulação. Com passar do tempo esses meios de dispersão dos fluxos de água são erodidos e se transformam em sulcos, o que é identificado na figura 3 c, com abertura de uma incisão de aproximadamente 30 cm (MARINHESKI, 2011).

A presença constante dos animais nas áreas de pastagem ajuda a deslocar os sedimentos nos taludes dos barrancos, tipo de influência caracterizado na figura 3 c. Evidencia-se nesse trecho de estrada incisões com sulcos na parte inferior dos barrancos decorrentes da circulação dos bovinos. Em alguns pontos das estradas acontecem quedas abruptas dos taludes devido à terraplanagem da base dos barrancos (FIGURA 3 b). Neste caso, a cerca caiu junto com o desabamento do barranco.

Esses sulcos têm o recebimento de materiais provenientes tanto da caixa das estradas como das próprias áreas de cultivo, que podem contribuir para maior remoção de solo em determinados pontos, formando as marmittas ou painéis, denominação utilizada por Oliveira et al. (1999) para esse

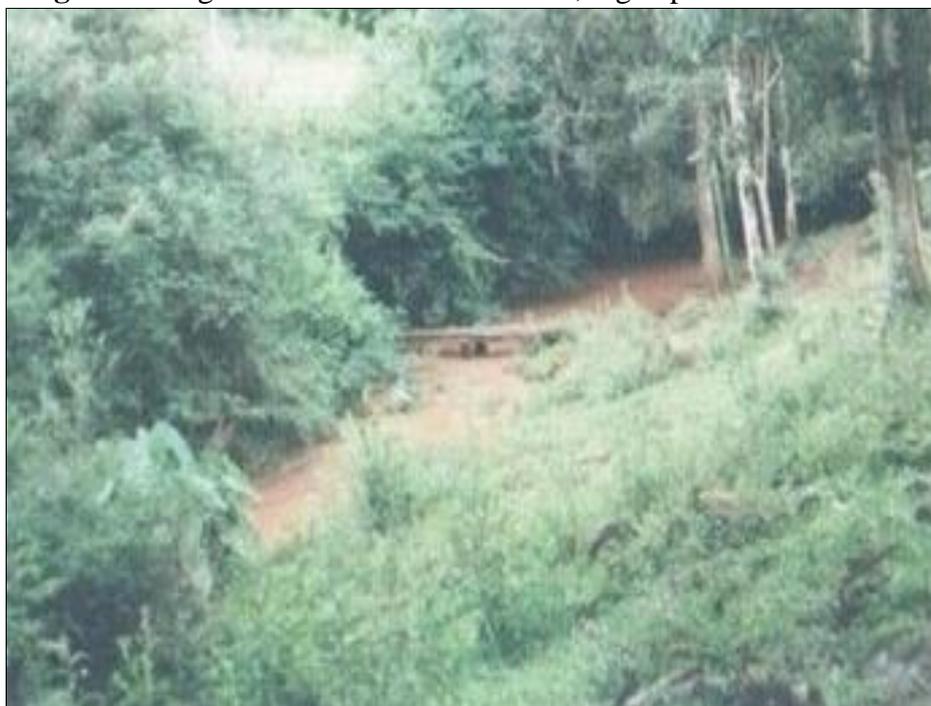
tipo de abertura. Na figura 3 d é apresentada a formação de uma marmitta na estrada da Bacia do Rio do Atalho.

As características dos relevos, e a disposição dos caminhos circulatórios desta região, estabelecem as estradas como locais de escoamento das enxurradas, contribuindo com a produção de sedimentos, que são provenientes da própria pista de rodagem e dos barrancos.

Parte dos sedimentos chegam rapidamente até o Rio do Atalho, visto que no local de estudo, as vertentes dos dois lados são curtas, tendo em média menos de mil metros de comprimento, contribuindo para a rápida vazão das águas da chuva e sedimentos desagregados. A figura 4, retrata essa característica. Após um evento chuvoso, as águas do rio ficaram turvas devido às partículas oriundas principalmente das estradas e das áreas com agricultura. Esses sedimentos quando gerados em locais de agricultura, podem conter agroquímicos, que poderão contaminar a água.

Em um primeiro momento evidenciam-se alguns trechos do rio com assoreamento, até mesmo formando bancos de sedimentos em seu leito, mas que em pequena escala de tempo não alteraram seu curso natural. Em alguns pontos o próprio pisoteio dos bovinos tem contribuído para o destacamento de sedimentos, e para queda dos barrancos.

Figura 4 – Águas turvas do Rio do Atalho, logo após evento chuvoso



Fonte: (MARINHESKI, 2011).

Os sedimentos produzidos nas estradas da bacia são carreados e depositados ao longo do percurso feito pelas enxurradas. Pode ser observado na figura 5a, sedimentos depositados em locais de pastagem, e na figura 5 b, o acúmulo de solo em meio à vegetação.

Segundo Marinheski (2011) no local de acúmulo de solo em meio à vegetação, visto na figura 5 b, estimativas apontam para uma proveniência em torno de 5.588,83 kg ou 5,58 toneladas de sedimentos anuais.

Grande parte desses sedimentos teve origem em trechos da própria estrada, que atravessa uma porção de relevo côncavo. É comum nesses locais o acúmulo de solo junto às vertentes da Bacia do Rio Atalho, ajudando a dinamizar as características do próprio relevo em suas variadas formas, influenciando na caracterização dos solos e, conseqüentemente, na aptidão dos mesmos para os diferentes usos.

Figura 5 – Depósitos de sedimentos: a) Em meio à pastagem, b) Em meio à floresta. Nota: Seta indica o local de deposição junto à pastagem



Fonte: (MARINHESKI, 2011).

Segundo Marinheski (2011) em mensurações realizadas na área de estudo, as estradas apresentaram as maiores perdas de solo por área ocupada, com $30,36 \text{ kg/m}^2$ (76 vezes acima do nível de tolerância), porque segundo FAO (1967) e Bertoni e Lombardi (1999), em solos pouco profundos podem-se tolerar perdas de até $0,4 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$. A agricultura com a lavoura de milho aparece na sequência com $9,08 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$ (22 vezes acima do nível de tolerância). A área de quintal também apresentou médias de perda de solo 11 vezes acima dos níveis de tolerância com $4,71 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$. Já as parcelas no local de pastagem e erva-mate tiveram as menores médias de perda de solo, dentro dos níveis tolerados com $0,21 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$ para pastagem e $0,09 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$ para erva-mate (Gráfico 1).

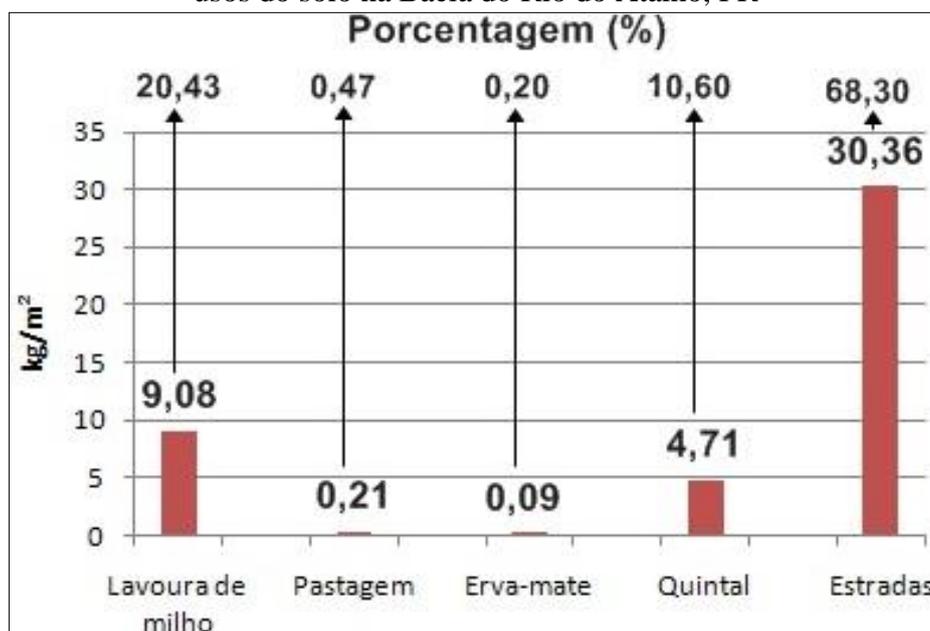
Vale lembrar que Marinheski (2011) constatou que nos trechos de estradas com “cascalho”, houve menor perda de solo, por outro lado também deve ser considerado que tanto a declividade quanto a estrutura do solo são diferentes entre os trechos mensurados. O “cascalho” ajudou a diminuir o destacamento de sedimentos nas pistas de rolamento, e grande parte dos sedimentos nesses trechos (“cascahados”) foram provenientes dos barrancos.

Portanto para estabelecer a dinâmica de proveniência de sedimentos em estradas rurais, devem-se considerar vários fatores como fluxos de circulação, estrutura do solo, características dos barrancos, declividade, comprimento das vertentes, manutenção das vias de escape d’água da chuva, uso do solo nas proximidades e pavimentação das faixas de rodagem.

A gestão das estradas da bacia do rio do Atalho evidencia problemas ao meio ambiente por causa das grandes perdas de solo, que conseqüentemente, afeta a boa condição de circulação, e ocasiona a contaminação dos recursos hídricos.

O estudo das conseqüências que a erosão causa em estradas rurais não pavimentadas, é primordial para garantir a qualidade ambiental e diminuir os impactos ambientais. Desta forma, ressalta-se que mesmo sendo incipientes os estudos da temática na área, a sua continuidade e a avaliação da magnitude tornam-se substanciais, visto que se trata de uma área com singularidades ambientais e agropecuárias análogas na região.

Gráfico 1 – Estimativa de perda de solo em kg/m²/ano e a respectiva porcentagem para diferentes usos do solo na Bacia do Rio do Atalho, PR



Fonte: (MARINHESKI, 2011).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento desse estudo, conclui-se que a erosão nas estradas da bacia do rio do Atalho, prejudica o tráfego e dificulta o transporte dos cultivares até as propriedades, elevando o custo de transporte e de manutenção desses sistemas viários.

Os sedimentos produzidos na bacia do Rio do Atalho chegam rapidamente até o rio principal, sendo que na referida bacia, as vertentes dos dois lados são curtas. Conter a desagregação do solo e o rápido escoamento das águas nessas vertentes é de fundamental importância para diminuir a degradação dessas estradas e diminuir os impactos no meio ambiente.

Desta forma, é necessário que após cada evento chuvoso seja realizada a limpeza das canaletas de dispersão de água nas estradas, conduzindo-a para locais de maior infiltração no relevo ou para áreas com maior cobertura vegetal.

Assim, esse estudo torna-se um importante indicador de que as elevadas perdas de solo nos trechos de estradas merecem atenção especial porque todas as propriedades da bacia contam com pelo menos uma estrada, interligando as áreas de cultivo e locais de pastagens às casas dos produtores.

NOTAS

¹ Esse artigo é parte da dissertação de mestrado: Capacidade de uso da terra e perda de solo em uma propriedade representativa na bacia hidrográfica do rio do Atalho, Cruz Machado – PR, defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

² Classe de relevo conforme a declividade em (%): plano (0 a 3); suave ondulado (3 a 8); ondulado (>8 a 20); forte ondulado (>20 a 45); montanhoso de (>45 a 75) e escarpado (>75), (EMBRAPA, 2006).

³ Lote= Área de aproximadamente 25 hectares. Foi estabelecido pelo governo brasileiro para dividir as terras na chegada dos imigrantes (poloneses) em 1910 e 1911 (ROCKEMBACH, 1996).

⁴ [...] “forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente ou no passado, e representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo de vale” (DYLIK apud CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 26).

REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: III Simpósio Nacional de Controle da Erosão. **Anais...** Curitiba: ADEA/ABGE, 1985.

BOTELHO, R. G. M. (et al., 1999). Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. do; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos. conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

CASTRO FILHO, C. de et al. Planejamento Conservacionista em Microbacias Hidrográficas. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola.** Londrina: IAPAR, 1999.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos.** Piracicaba: ESALQ, Tese de Doutorado, 1990.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

GRACE, J. M. et al. **Evaluation of erosion control techniques on forest roads.** Transactions of the ASAE, St Joseph, v. 41, n. 2, p. 383-391, 1998.

GRIEBELER, N. P. et al. **Equipamento para determinação da erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento do solo em canais de estradas.** Campina Grande-PB: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAG/UFCG, 2005, V.9, n. 2, p. 166-170.

INBAR, M.; TAMIR, M.; WITTENBERG, L. **Runoff and erosion process after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area.** Geomorphology, 1998.

ITCG. **Solos – Estado do Paraná.** Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, 2008. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2010.

LUCE, C. H; BLACK, T. A. **Sediment production from forest roads in Western Oregon.** Moscow: USDA, 1993.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3. ed. São Paulo: contexto, 2002.

MARINHESKI, V. **Capacidade de uso da terra e perda do solo em uma propriedade representativa na Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho, Cruz Machado – PR.** Ponta Grossa, UEPG, Dissertação de Mestrado, 2011.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. **Pavimentação de baixo custo com solos Lateríticos.** São Paulo, 1995.

OLIVEIRA, M. A. T. de et al. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. do; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos. Conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

ROCKEMBACH, I. F. **Dados históricos e memórias de Cruz Machado.** Cuiabá, 1996.

SALOMÃO, F. X. de T. et al. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. do; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos. Conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

THOMAZ, E. L. **Processos Hidrogeomorfológicos e o Uso da Terra em Ambiente Subtropical – Guarapuava-PR.** São Paulo: USP. Tese (Doutorado), 2005.

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V. DIAS, W. A. **Estimativa de proveniência de sedimentos em cabeceira de drenagem com alta densidade de estradas rurais não pavimentadas.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n.2, p. 25 – 37, 2011.

TRICART, J. L. F. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

Data de submissão: 08.08.2015

Data de aceite: 03.08.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.